

УДК 631.6.02

UDC 631.6.02

4.3.1 - Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

4.3.1 - Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ПОСЕВОВ РИСА В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

AUTOMATED TOOL RICE CROP CONTROL IN CONDITIONS OF SAVING WATER RESOURCES

Белоусов Сергей Витальевич

канд. техн. наук, доцент,

Author ID: 714080

SPIN – код: 6847-7933

ORCID ID: 0000-0002-8874-9862

Scopus ID: 57190008405

Researcher ID: Q-1037-2017

sergey_belousov_87@mail.ru

Belousov Sergey Vitalievich

Cand.Tech.Sci., associate professor,

Author ID: 714080

RSCI SPIN – code: 6847-7933

ORCID ID: 0000-0002-8874-9862

Scopus ID: 57190008405

Researcher ID: Q-1037-2017

sergey_belousov_87@mail.ru

Семенитский Алексей Дмитриевич

студент каф. Процессы и машины в агробизнесе
alex943234@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Semenitsky Alexey Dmitrievich

student of the Department of Processes and Machines in agribusiness

alex943234@mail.ru

FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

Работа посвящена выявлению проблематики возделывания Риса с минимизированным и оптимизированным расходом водных ресурсов. Даны общие сведения о возделывании риса, указана проблема рационального водопользования, а также обозначен один из путей решения данной проблемы. Цель исследования – разработка ресурсосберегающей технологии и автоматизированной системы регулирования водоподачи для рисовых посевов. В работе отмечается использования аналитических методов исследования, которые заключаются в симбиотическом применении методов морфологического и функционального анализа. В области научных интересов которые включают в себя изучение процесса водосбережения при возделывании риса. Дается анализ современного уровня развития техники в области использования автоматизированных систем по использованию водных ресурсов, приводятся их достоинства и недостатки. Освещено предлагаемое конструктивно-технологическое решение по оптимальному водопользованию с применением систем дистанционного контроля и автоматизации конструктивно-технологического решения. Приводятся выводы по теоретическому анализу и проведённому патентному поиску, а также подводятся итог предложенного конструктивно-технологического решения и перспектива развития представляемой технологии

The work is devoted to identifying the problems of rice cultivation with minimized and optimized consumption of water resources. General information about rice cultivation is given, the problem of rational water use is indicated, and one of the ways to solve this problem is outlined. The purpose of the study is to develop a resource-saving technology and an automated water supply control system for rice crops. The work notes the use of analytical research methods, which consist in the symbiotic application of morphological and functional analysis methods. His research interests include studying the process of water conservation in rice cultivation. The analysis of the current level of technology development in the field of the use of automated systems for the use of water resources is given, their advantages and disadvantages are given. The proposed constructive and technological solution for optimal water use using remote monitoring and automation systems of the constructive and technological solution is highlighted. The conclusions of the theoretical analysis and the patent search are presented, as well as the results of the proposed design and technological solution and the prospects for the development of the presented technology are summarized

Ключевые слова: РИС, ТЕХНОЛОГИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК, АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ, ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Keywords: RICE, TECHNOLOGY, AUTOMATION, ECONOMIC EFFECT, PATENT SEARCH, ANALYSIS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-004>

<http://ej.kubagro.ru/2025/08/pdf/04.pdf>

Введение.

Рис – Белое Золото, которое в пределах тропических и субтропических широт является важнейшим продуктом питания для более чем 3,5 миллиардов человек, обеспечивая около 20% всех потребляемых калорий в мире. Рис является фактически основным продуктом питания для таких стран как Китай, Индия, Страны Юго-Восточной Азии.

В России рисоводство, особенно в южных регионах, остается стратегически важным направлением агропромышленного комплекса, что подтверждается комплексом государственных мер поддержки. На федеральном уровне ключевым инструментом является нацпроект «Экспорт продукции АПК», в рамках которого реализуется программа модернизации мелиоративных систем. Для рисовых хозяйств это означает возможность компенсации до 70% затрат на внедрение водосберегающих технологий, что напрямую связано с задачей снижения ресурсных потерь. Параллельно Минсельхоз РФ через программу «Цифровизация АПК» стимулирует внедрение интеллектуальных решений, выделяя гранты до 50 млн рублей на пилотные проекты по автоматизации полива, включая IoT-платформы для управления рисовыми чеками.

На региональном уровне, например в Краснодарском крае – основном рисосеющим регионе страны, – действует «Рисовая стратегия – 2030», акцентирующая внимание на сокращении водопотребления на четверть за счет перехода на замкнутые системы оборотного водоснабжения и выделяющая 3 млрд рублей до 2026 года на борьбу с засолением почв. Дополнительным стимулом для хозяйств становятся льготные кредиты по ставкам 1–5% годовых, ориентированные на тех, кто внедряет ресурсосберегающие технологии. Для экспортно-ориентированных производителей предусмотрены субсидии, покрывающие до 30% логистических расходов, что усиливает конкурентоспособность российского риса на рынках Ближнего Востока и Африки.

Среди трендов последних лет можно отметить, что происходит ужесточение экологических стандартов: введённый ГОСТ Р «Зелёный рис» устанавливает новые требования к водопользованию, а климатические фонды увеличивают финансирование проектов, снижающих углеродный след [1]. Для интеграции инновационных разработок, таких как автоматизированные системы регулировки водоподдачи, критически важны сертификация по стандартам Минсельхоза и включение в реестр «промышленных инноваций АПК».

Разрабатываемая ресурсосберегающая технология и автоматизированная система регулировки водоподдачи предназначены для сельского хозяйства, в первую очередь для рисоводческих хозяйств и агропромышленных комплексов, занимающихся выращиванием риса. Технология находит применение в системах орошения рисовых полей, особенно в регионах с дефицитом водных ресурсов или нестабильными климатическими условиями, где требуется точное управление водным режимом. Она интегрируется в практики точного земледелия, используя IoT-датчики для мониторинга температуры и уровня воды, что позволяет автоматизировать полив и минимизировать ручной труд. Решение также востребовано в экологическом менеджменте для предотвращения деградации почв, такой как засоление и эрозия, что критически важно для сохранения плодородия земель в долгосрочной перспективе.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур – это строго регламентированный перечень последовательных технологических операций. От этого зависит количество и качество урожая. В последние годы можно отметить, что идет сильнейшее изменение климата, которым можно отнести малоснежные зимы, снижается количество атмосферных осадков, которые напрямую учувствуют в формировании урожая. Также можно отметить незначительное повышение среднесуточных температур [2].

Потенциальный рынок ресурсосберегающей технологии регулировки водоподдачи в рисоводстве сосредоточен в южных регионах России, где сосредоточено основное производство риса – прежде всего в Краснодарском крае, Ростовской области, Астраханской области и Республике Адыгея. Эти территории сталкиваются с проблемами засоления почв, дефицитом водных ресурсов и необходимостью модернизации устаревших систем орошения, что создаёт устойчивый спрос на инновационные решения.

Целевыми потребителями передовых инновационных решений являются рисоводческие хозяйства разных масштабов – от крупных агрохолдингов, до средних и мелких фермерских предприятий с посевными площадями в несколько сотен гектаров. По данным Минсельхоза РФ, в 2024 году в России насчитывалось около 200 специализированных рисовых хозяйств, при этом более 80% из них расположены в Краснодарском крае – основном рисовом регионе страны.

Оценочная потребность в технологии определяется необходимостью снижения затрат на воду, которые составляют до 40% себестоимости риса в условиях роста тарифов.

В связи с этим целью работы является: Разработка ресурсосберегающей технологии и автоматизированной системы регулировки водоподдачи для рисовых посевов.

Материалы и методы.

В работе отмечается использования аналитических методов исследования, которые заключаются в симбиотическом применении методов морфологического и функционального анализа. Область научных интересов включает в себя изучение процесса водосбережения при возделывании Риса. В наших исследованиях мы поставили цель изучить материалы и методы возделывания с возможной оптимизацией использования водных ресурсов и систем автоматизации данного технологического решения.

Патентный поиск проводили при помощи открытых источников в сети интернет [3], [4].

Результаты и их обсуждение.

Для успешной реализации работы необходимо провести целевой анализ рынка не только Российской Федерации, но и зарубежных производителей. Так в результате изучения рынка выявили, известные иностранные аналоги:

Системы капельного орошения (Netafim, Jain Irrigation).

Обеспечивают точечную подачу воды, но адаптированы преимущественно для культур, не требующих затопления (овощи, фрукты). Для риса применяются редко из-за несовместимости с традиционной агротехникой.

Цена: от \$2,5 тыс./га, включая монтаж.

Автоматизированные шлюзы для чеков (Valmont Industries, производители в Азии). Позволяют регулировать уровень воды на рисовых полях, но часто требуют ручной настройки и не интегрированы с датчиками IoT.

Цена: \$10–20 тыс. за систему на одно хозяйство.

В Российской Федерации имеющиеся аналоги находятся на ранней стадии развития. В Краснодарском крае, основном рисовом регионе страны, встречаются полуавтоматические системы управления шлюзами, разработанные местными инженерными компаниями. Эти системы позволяют дистанционно регулировать уровень воды на чеках, но требуют постоянного ручного контроля и не интегрированы с датчиками анализа почвы, что ограничивает их эффективность. Некоторые стартапы предлагают базовые сенсоры для мониторинга влажности, однако их функционал сводится к сбору данных без автоматизации полива, а алгоритмы не учитывают специфику засоления, характерного для рисовых полей.

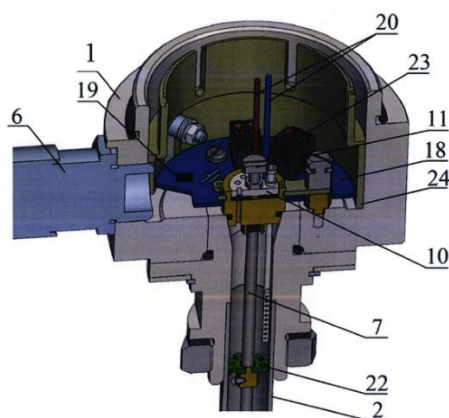
Ценовой диапазон таких решений варьируется: модули полуавтоматических шлюзов обходятся хозяйствам от 300 тыс. рублей за покрытие 50 га, а наборы датчиков – от 50 тыс. рублей для 10 га. При этом большинство

рисоводческих предприятий до сих пор полагаются на устаревшие мелиоративные системы с ручным управлением, ведущие к значительным потерям воды и прогрессирующему засолению почв.

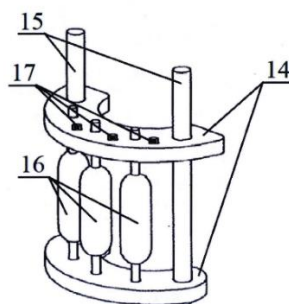
Ключевые пробелы российских аналогов включают отсутствие интеллектуальной аналитики, прогнозирующей изменения состояния почвы, неспособность адаптировать полив под стадии роста риса и недоступность для малых фермерских хозяйств из-за высокой стоимости или сложности внедрения.

Для более полного анализа и понимания современного уровня развития техники по данному вопросу необходимо провести патентный анализ аналогичных устройств, а именно устройства, которые обеспечивают водоотдачу в рисовые системы.

Известен патент «Сигнализатор уровня жидкости» (см. патент RU 2787690 МПК G01F 23/74, опубликованный: 11.01.2023) [2] рисунок 3.



Фиг.3



Фиг.4

Рисунок 3 – Патент 2787690 Сигнализатор уровня жидкости

Патент 2787690 (расшифровка позиций приведена в тексте патента) «Сигнализатор уровня жидкости» содержащий разъемный корпус с отверстием или кабельным вводом, немагнитную направляющую трубку, внутри которой расположена направляющая, содержащая по меньшей мере один герконовый модуль, подключенный к измерительному устройству и источнику питания посредством сигнальных линий, поплавков с кольцевым магнитом со сквозным отверстием, выполненный с возможностью перемещения вдоль немагнитной направляющей трубки, верхний и нижний ограничители хода поплавок, отличающийся тем, что направляющая, расположенная в немагнитной направляющей трубке, закреплена в корпусе при помощи герметичного ввода и винта, герконовый модуль расположен внутри капсулы с отверстием, установленной на направляющей при помощи винтов, и включает две платы-держатели, соединенные токопроводящими стержнями, к которым подключены сигнальные линии, между платами-держателями припаяны, по меньшей мере, три геркона и на одной из плат-держателей размещены, по меньшей мере три постоянных резистора, электрически соединенные между собой с образованием соответственно по меньшей мере трех параллельно соединенных пар геркон-резистор с последовательным соединением геркона и постоянного резистора в каждой паре, при этом в корпусе установлена плата подключения с расположенным на ней дополнительным постоянным резистором, подключенным к герконовому модулю параллельно, направляющая и капсула выполнены из немагнитного материала и капсула загерметизирована, герконовый модуль содержит нечетное количество пар геркон-резистор, сигнализатор уровня жидкости содержит четыре герконовых модуля, разнесенных по длине направляющей, немагнитная направляющая трубка заполнена диэлектрической жидкостью, содержит щуп для проверки уровня диэлектрической жидкости и держатель для проводов, установленный на направляющей, содержит барабан для намотки проводов, установленный в корпусе.

Недостатками являются: высокая изнашиваемость элементов конструкции и высокая стоимость компонентов.

Известен патент «Устройство на основе лазера для измерения расстояния» (см. патент RU 2101731 МПК G01S 17/32, опубликованный 10.01.1998) [3] рисунок 4.

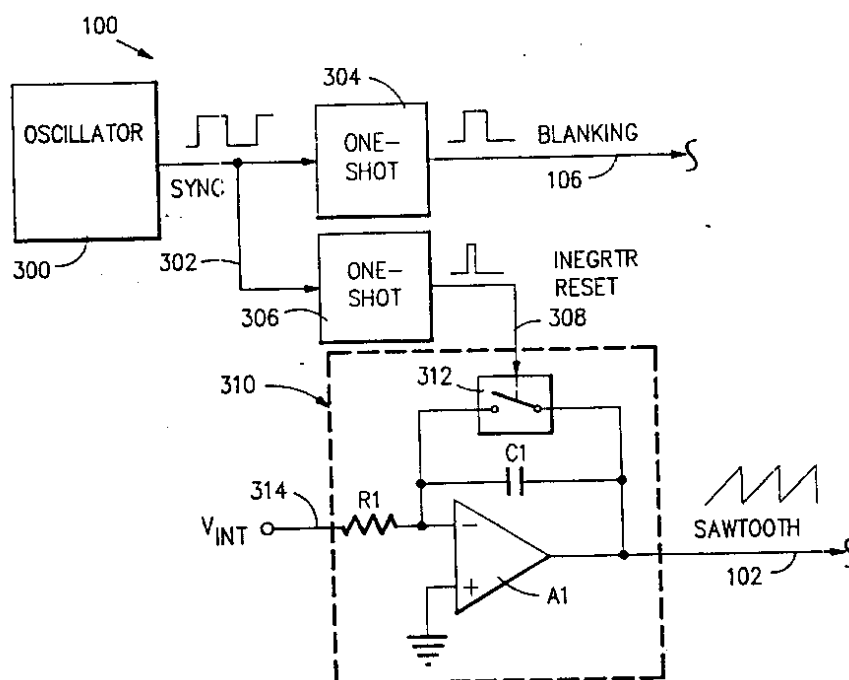


Рисунок 4 – Патент 2101731 Устройство на основе лазера для измерения расстояния

Патент 2101731 Устройство на основе лазера для измерения расстояния содержащий совместную мишень со средством для высокого отражения, лазерный блок со средством возбуждения для генерирования светового луча с переменной оптической рабочей частотой вдоль оси в направлении цели, лазерный блок со средством приёма луча, приспособленным для приёма отражённого луча от средства отражения мишени для генерирования сигнала обратной связи, средство измерения расстояния для формирования выходного сигнала в зависимости от сигнала обратной связи, отличающееся тем, что дополнительно содержит коллимирующее средство, приспособленное для формирования коллимированного луча, расположен-

ного вдоль оси в направлении мишени, отличающееся тем, что сигнал возбуждения лазера имеет пилообразную форму волны, цель покрыта отражающей лентой, сигнал измерения расстояния связан с количеством импульсов сигнала обратной связи, лазер содержит лазерный диод, цель расположена на жидкости, уровень которой связан с расстоянием.

Недостатками являются: наличие дополнительных элементов повышающие сложность конструкции, невозможность установки на открытых водоемах и отсутствие автономности.

Также известен патент «Лазерный уровнемер жидкости» (см. патент RU 178306 МПК G01F 23/292, опубликованный 29.03.2018 года), [4] рисунок 5.

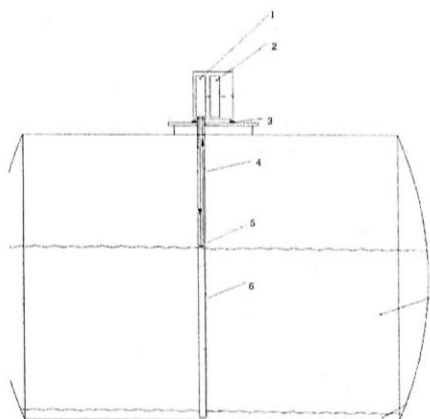


Рисунок 5 – Патент Лазерный уровнемер жидкости

Патент Лазерный уровнемер жидкости, рисунок 5 состоящий из трубчатой штанги, корпуса электронного блока, лазерного устройства, состоящего из лазерного диода и подключенного к блоку питания, устройства приёма, состоящего из фотодиода и подключенного к микроконтроллеру и блоку питания отличающийся тем, что в наличии имеется блок преобразования сигналов, установленный на верхнем конце штанги, имеющей скользящее фланцевое соединение с сальниковыми уплотнениями, с внешней стороны фланца крепления к резервуару, а в качестве отражающей по-

верхности для работы ДИУ применена верхняя сторона свободно плавающего в жидкости плоского дискового поплавка, расположенного во внутренней полости штанги, представляющей собой тонкостенную трубу из нержавеющей стали и выполненного из полимерного материала малой собственной плотности, обеспечивающего плавучесть поплавка в любых измеряемых жидкостях и не смачиваемого ими, при этом луч лазера должен проходить в резервуар через оптический разделитель сред, представляющий собой металлический тубус с герметично встроенным кварцевым стеклом.

Недостатками изобретения являются: сложность конструкции, невозможность установки на открытых водоёмах.

Нами предлагается технология, которая основана на дистанционном мониторинге и управлении водоподачи при возделывании Риса не посредственно в рисовых чеках.

Так согласно предлагаемому научно-конструкторскому и технологическому решению техническим результатом является увеличение срока службы датчика, увеличенное энергосбережение, упрощение конструкции, доступность настройки уровнемера, несложность обслуживания, возможность использования в открытых искусственных водоёмах.

Технический результат достигается тем, что лазерный датчик уровнемер жидкости, включающий: лазерное устройство, состоящее из лазерного диода и подключенного к блоку питания, устройство приёма, состоящего из фотодиода и закрепленного на стойке, подключенного к микроконтроллеру и блоку питания, согласно изобретению, имеет платформу, расположенную на дне водоема, на которой установлена вышка, высотой большей уровня воды и будущей высоты рисовых посевов, и стойка, на ней установлен кронштейн, а устройство приёма закреплено на кронштейне, с возможностью перемещения по вертикали, лазерное устройство закреплено в верхней части вышки на шарнире, наличием специальных ре-

гулировочных винтов для изменения положения лазерного устройства и устройства приема, также представленное изобретение имеет солнечную батарею, подключенную к блоку питания, который соединен с аккумуляторной батареей, причем солнечная батарея, аккумуляторная батарея и блок питания закреплены на верхней части вышки.

Сущность изобретения поясняется рисунком 6 и, где на изображении **а** изображен общий вид лазерного датчика уровнемера жидкости, на **б** изображена схема устройства приёма.

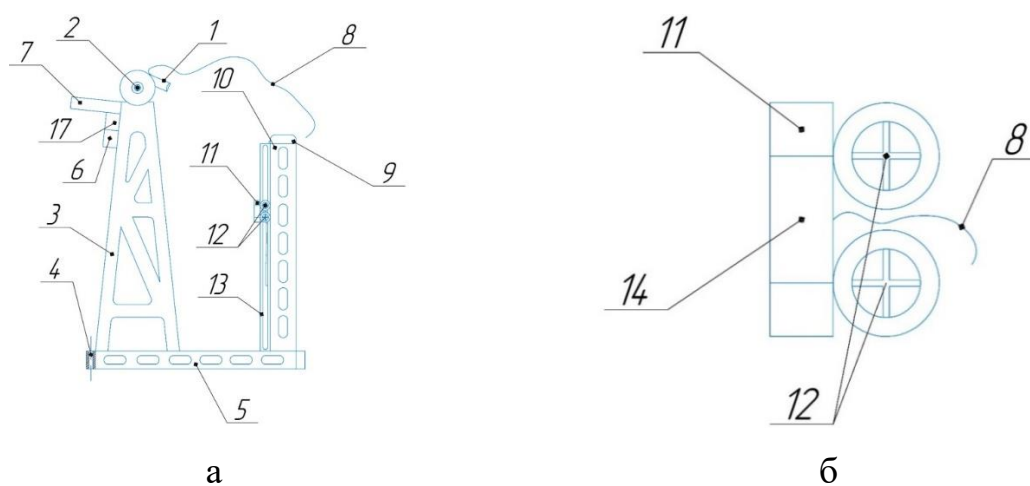


Рисунок 6 – Предлагаемое конструктивно–технологическое решение (расшифровка позиций и описание далее по тексту)

Лазерный датчик уровнемер жидкости, включающий: лазерное устройство 1, состоящее из лазерного диода 15 и подключенного к блоку питания 6, устройство приёма 11, состоящего из фотодиода 14 и закрепленного на стойке 10, подключенного к микроконтроллеру 9 и блоку питания 6, отличающийся тем, что имеет платформу 5, расположенную на дне водоема, на которой установлена вышка 3, высотой большей уровня воды, и стойка 10, на ней установлен кронштейн 13, а устройство приёма 11 закреплено на кронштейне 13, с возможностью перемещения по вертикали, лазерное устройство 1 закреплено в верхней части вышки 3 на шарнире 16,

наличием специальных регулировочных винтов 2, 12 для изменения положения лазерного устройства 1 и устройства приема 11, также представленное изобретение имеет солнечную батарею 7, подключенную к блоку питания 6, который соединен с аккумуляторной батареей 17, причем солнечная батарея 7, аккумуляторная батарея 17 и блок питания 6 закреплены на верхней части вышки 3.

Лазерный датчик уровнемер жидкости работает следующим образом: устройство устанавливается в водоем, фиксируется болтами в отверстия для крепления 4. Регулируется значение глубины, перемещением устройства приёма 11 на текущий уровень воды по кронштейну 13 и фиксацией в одном положении регулировочными винтами 12, а также перемещением лазерного устройства 1 на специальном шарнире 16 и фиксацией в рабочем положении регулировочным винтом 2. Лазерный луч, исходящий из лазерного устройства 1, должен чётко попадать на устройство приема 11. Происходит процесс калибровки, текущее значение с фотодиода 14 сохраняется в микроконтроллер 9. При увеличении уровня воды лазерный луч не будет попадать на устройство приёма 11 из-за преломления, микроконтроллер 9 будет подавать сигнал о повышении уровня. Данное устройство полностью автономное, при работе днем солнечная батарея 7 заряжает АКБ 17, что позволяет ему работать независимо от внешних источников питания круглосуточно. Микроконтроллер 9, лазерный диод 15 и фотодиод 14 подключены к блоку питания 6, который соединен с АКБ 17 и солнечной батареей 7. Применение данного конструктивно–технологического решение позволит сэкономить на обслуживании датчика, по сравнению со стандартными изделиями, а также датчик полностью автономный и не зависит от внешних источников питания.

Выводы.

Система сбережения водных ресурсов, основанная на автоматизированных подходах и дистанционном мониторинге в течении всего периода

вегетации рисовых посевов, несомненно, позволит снизить накладные затраты на данную технологическую операцию. Только в совокупности научно инженерных и агротехнологических решений можно достичь высоких конечных результатов. Так нами предложено решение по автоматизированному и дистанционному мониторингу посевов риса в течении всего срока вегетации.

Система может быть адаптирована для работы в открытых полях при орошении и тепличных комплексах при использовании систем гидропонного и аэропонного способа выращивания сельскохозяйственных культур, что расширяет её применение в различных климатических зонах и агротехнических условиях.

Технология может использоваться как крупными сельхозпредприятиями, так и малыми фермерскими хозяйствами, внедряющими методы умного сельского хозяйства, а также научными организациями для исследований в области оптимизации водопользования. Кроме того, она актуальна для государственных программ, направленных на рациональное использование водных ресурсов рисовых хозяйств, и экологических проектов по восстановлению деградированных сельхозугодий.

Список использованных источников.

1. Белоусов, С. В. Агротехнологические системы земледелия в сохранении плодородия почвы / С. В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 187. – С. 1-13. – DOI 10.21515/1990-4665-187-003. – EDN TNQRPP.

2. Совершенствование технологических процессов и технических средств для полеводства / В. Б. Рыков, С. И. Камбулов, Н. В. Шевченко, С. В. Белоусов. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2023. – 262 с. – ISBN 978-5-907668-68-3. – EDN NOEGAG.

3. <https://www1.fips.ru/>

4. <https://findpatent.ru/>

References

1. Belousov, S. V. Agrotexnologicheskie sistemy` zemledeliya v soxranenii plodorodiya pochvy` / S. V. Belousov // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 187. – S. 1-13. – DOI 10.21515/1990-4665-187-003. – EDN TNQRPP.

2. Sovershenstvovanie texnologicheskix processov i texnicheskix sredstv dlya polevodstva / V. B. Ry`kov, S. I. Kambulov, N. V. Shevchenko, S. V. Belousov. – Kras-nodar : Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. I.T. Trubilina, 2023. – 262 s. – ISBN 978-5-907668-68-3. – EDN NOEGAG.

3. <https://www1.fips.ru/>

4. <https://findpatent.ru/>